

**PENGARUH VARIASI JENIS MIKROPARTIKEL TERSUSPensi
PADA FLUIDA TERHADAP KARAKTERISTIK POMPA
SENTRIFUGAL**

**SKRIPSI
TEKNIK MESIN KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERGI**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**FAUZAN RAHMAT SHIDDIQ
NIM. 135060200111031**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG**

2017

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH VARIASI JENIS MIKROPARTIKEL TERSUSPensi PADA FLUIDA TERHADAP KARAKTERISTIK POMPA SENTRIFUGAL

SKRIPSI

KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERGI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



FAUZAN RAHMAT SHIDDIQ
NIM. 135060200111031-62

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 31 Juli 2017

DOSEN PEMBIMBING I

Dr.Eng. Lilis Yulianti, ST.,MT.
NIP. 19750702 200003 2 001

DOSEN PEMBIMBING II

Dr.Eng. Nurkholis Hamidi, ST., M.Eng.
NIP. 19740121 199903 1 001



Mengetahui,
Ketua Program Studi S1

Dr.Eng. Widya Wijayanti, ST.,MT.
NIP. 19750802 199903 2 002

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur penjiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 31 Juli 2017

Mahasiswa,



Fauzan Rahmat Shiddiq
NIM. 135060200111031

JUDUL SKRIPSI :

**PENGARUH VARIASI JENIS MIKROPARTIKEL TERSUSPENSI PADA FLUIDA
TERHADAP KARAKTERISTIK POMPA SENTRIFUGAL**

Nama Mahasiswa : Fauzan Rahmat Shiddiq
NIM : 135060200111031
Program Studi : Teknik Mesin
Konsentrasi : Teknik Konversi Energi

KOMISI PEMBIMBING :

Dosen Pembimbing I : Dr. Eng, Lilis Yulianti, ST., MT.
Dosen Pembimbing II : Dr. Eng, Nurkholis Hamidi, ST., M.Eng.

TIM DOSEN PENGUJI :

Dosen Penguji I : Dr. Slamet Wahyudi, ST., MT.
Dosen Penguji II : Dr. Eng. Sofyan Arief Setyabudi, ST., M.Eng.
Dosen Penguji III : Bayu Satria Wardana, ST., M.Eng.

Tanggal Ujian : 7 Juni 2017
SK Penguji : 643/UN10.6/SK/2017

ALHAMDULILLAH

Karya ini saya persembahkan

Untuk Mbak Ika

Untuk Mbak Sari

Untuk Abud

Dan yang paling utama untuk Ibu dan Bapak

Terimakasih dari hati yang paling dalam

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, nikmat, dan karunia-Nya yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul, **“Pengaruh Variasi Jenis Mikropartikel Tersuspensi pada Fluida terhadap Karakteristik Pompa Sentrifugal”** ini dengan baik. Sholawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW.

Dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu, membimbing, memberi petunjuk, dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini :

1. Kedua orang tua tercinta, Siswanto dan Djuliyarsih, terimakasih tak terhingga atas seluruh doa, nasihat, dan dukungan yang telah diberikan.
2. Dr. Eng. Lilis Yulianti, ST., MT. selaku dosen pembimbing I yang telah memberi banyak saran, masukan, motivasi dan semangat dalam penyusunan skripsi.
3. Dr.Eng. Nurkholis Hamidi, ST., M.Eng.selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan motivasi dan saran sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi tepat waktu.
4. Dr. Slamet Wahyudi, ST., MT., Dr. Eng. Sofyan Arief Setyabudi, ST., M. Eng., dan Bayu Satria Wardana, ST., M. Eng. selaku majelis penguji dalam ujian sarjana/komprehensif.
5. Dr. Eng. Nurkholis Hamidi, ST., M. Eng. selaku Ketua Jurusan dan Purnami, ST., MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya yang telah membantu kelancaran proses administrasi.
6. Dr. Eng. Widya Wijayanti, ST., MT. selaku Ketua Program Studi S1 Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya yang telah membantu kelancaran administrasi.
7. Fransisca Gayuh Utami ST., MT. selaku Ketua Kelompok Dasar Keahlian Konsentrasi Teknik Konversi Energi.
8. Seluruh dosen pengajar, staf, dan karyawan Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya yang telah memberikan banyak ilmu dan bantuannya untuk mendukung penyusunan skripsi ini.
9. Keluarga Kontrakan Andalusia dan KBM Al-Hadiid FT-UB
10. Group Konstruksi Energi yaitu :Arel, Ando, Samid, Rohmat, Nurdin, Udin, dan Fahmi

11. Keluarga Besar Asisten Studio Gambar, Bapak Ir. Endi Sutikno, MT., selaku kepala laboratorium, Asisten Laboratorium : Samid, Lucky, Arel, Mas Yogi, Mas Hammam, Mas Rasyid, Mbak Velli, Mbak Kiki, Mbak Tam-tam, Mas Jihad, Mas Farhan, Ari, Nopal, Lugas, Sarah, Hafash
12. Khairul Anam, ST., M.Sc., Selaku dosen Penasihat Akademik.
13. Teman-teman seperjuangan Mesin 2013 '*Susah Seneng Tanggung Bareng*', terimakasih atas solidaritas, kebersamaan, dan semua kenangan manis yang tak akan terlupakan.
14. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan demi penyusunan skripsi dengan baik.

Akhir kata, penulis berharap agar skripsi ini dapat berguna bagi kita semua sehingga dapat menjadi acuan untuk penelitian lebih lanjut untuk kemajuan kita bersama.

Malang, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 5
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	5
2.2 Fluida	6
2.3 Properties Fluida Cair.....	8
2.4 Fluida Dinamis	10
2.4.1 Persamaan Kontinuitas	10
2.4.2 Persamaan Bernoulli	11
2.4.3 Bilangan Reynold	12
2.4.4 <i>The Entrance Region</i>	13
2.5 Mikropartikel	14
2.6 Partikel tersuspensi pada fluida	15
2.7 Pompa	17
2.7.1 Pompa Sentrifugal.....	17
2.7.2 Karakteristik Pompa Sentrifugal.....	18
2.8 Hipotesis	21
 BAB III METODE PENELITIAN.....	 23
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	23
3.2 Variabel Penelitian	23
3.3 Alat-alat Penelitian	24
3.4 Skema Instalasi Penelitian	29
3.5 Prosedur Pengambilan Data Penelitian	30
3.6 Diagram Alir Penelitian	31
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	 33
4.1 Data hasil Pengujian	33
4.2 Contoh Perhitungan	34
4.3 Tabel Data	38

4.4	Analisa dan Pembahasan.....	39
4.4.1	Pengaruh Kapasitas dan Variasi Jenis MikroPartikel Terhadap Head Pompa Sentrifugal	39
4.4.2	Pengaruh Kapasitas dan Variasi Jenis MikroPartikel Terhadap Torsi Pompa Sentrifugal.....	41
4.4.3	Pengaruh Kapasitas dan Variasi Jenis MikroPartikel Terhadap Daya Air Pompa Sentrifugal.....	42
4.4.4	Pengaruh Kapasitas dan Variasi Jenis MikroPartikel Terhadap Daya Poros Pompa Sentrifugal.....	44
4.4.5	Pengaruh Kapasitas dan Variasi Jenis MikroPartikel Terhadap Efisiensi Pompa Sentrifugal.....	46
 BAB V PENUTUP		49
5.1	Kesimpulan	49
5.2	Saran	49

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
Tabel 2.1.	Pangkalan Data Jumlah Publikasi Pada Scopus	15
Tabel 2.2.	Konduktivitas Termal Logam dan Fluida Pemanas	16
Tabel 4.1.	Data Hasil Pengujian Karakteristik Pompa Sentrifugal	33
Tabel 4.2.	Data Penelitian Hasil Konversi	34
Tabel 4.3.	Data Hasil Pengolahan Karakteristik Pompa Sentrifugal	38

DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Perubahan nilai viskositas seiring terhadap konsentrasi partikel.....	5
Gambar 2.2	Aliran <i>inviscid</i> dan <i>viscous</i>	6
Gambar 2.3	Aliran internal dan eksternal.....	7
Gambar 2.4	Aliran laminar, transisi, dan turbulent	7
Gambar 2.5	Fluida natural berupa udara panas mengelilingi tubuh manusia.....	8
Gambar 2.6	Sifat fluida di antara dua plat paralel ketika plat atas bergerak dengan kecepatan konstan	10
Gambar 2.7	Aliran fluida berdasarkan hukum kontinuitas.....	11
Gambar 2.8	Skema aplikasi persamaan Bernoulli.....	12
Gambar 2.9	Kondisi aliran ketika masuk pipa.....	13
Gambar 2.10	Aliran cairan dengan dan tanpa pompa.....	17
Gambar 2.11	Konstruksi dasar pompa sentrifugal.....	18
Gambar 2.12	Desain Rangkaian Penelitian dalam Dua Dimensi	19
Gambar 3.1	Pompa sentrifugal	24
Gambar 3.2	<i>Vacuum gauge</i>	25
Gambar 3.3	<i>Pressure Gauge</i>	25
Gambar 3.4	Flowmeter	26
Gambar 3.5	Bak Penampung	27
Gambar 3.6	<i>Ball valve</i>	27
Gambar 3.7	Neraca gantung digital	28
Gambar 3.8	Timbangan digital	29
Gambar 3.9	Skema instalasi penelitian.....	29
Gambar 4.1	Titik-titik pengukuran pada rangkaian.....	34
Gambar 4.2	Pengaruh kapasitas dan variasi jenis nanopartikel pada nanofluida terhadap head pompa sentrifugal	39
Gambar 4.3	Pengaruh kapasitas dan variasi jenis nanopartikel pada nanofluida terhadap torsi pompa sentrifugal.....	41
Gambar 4.4	Pengaruh kapasitas dan variasi jenis nanopartikel pada nanofluida terhadap daya air pompa sentrifugal	41
Gambar 4.5	Pengaruh kapasitas dan variasi jenis nanopartikel pada nanofluida terhadap daya poros pompa sentrifugal	44
Gambar 4.6	Pengaruh kapasitas dan variasi jenis nanopartikel pada nanofluida terhadap efisiensi pompa sentrifugal	46

RINGKASAN

Fauzan Rahmat Shiddiq, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Juni 2017, Pengaruh Variasi Jenis Mikropartikel Tersuspensi pada Fluida terhadap Karakteristik Pompa Sentrifugal, Dosen Pembimbing : Lilis Yuliati dan Nurkholis Hamidi

Heat exchanger dibutuhkan dalam dunia industri dikarenakan proses perpindahan panas memiliki peranan penting dalam sebuah siklus kerja. Untuk meningkatkan proses perpindahan panas pada *heat exchanger* dapat dilakukan dengan menambahkan mikropartikel kedalam fluida kerja sehingga membentuk fluida dengan daya hantar panas yang lebih tinggi. Pada aplikasi fluida dalam *heat exchanger* pasti membutuhkan minimal sepasang pompa sebagai alat yang mengalirkan fluida ke saluran dingin dan panas. Diantara banyaknya tipe pompa, yang paling sering digunakan adalah pompa sentrifugal karena daerah operasinya yang luas, yaitu dari tekanan rendah hingga tekanan tinggi dan dari kapasitas rendah hingga kapasitas tinggi. Jika lebih diperhatikan, adanya partikel tambahan pada fluida akan memberikan pengaruh terhadap karakteristik kerja pompa yang mengalirkan fluida tersebut. Karakteristik kerja pompa yang perlu diperhatikan antara lain nilai *head*, torsi, daya poros, daya air, dan efisiensi. Setiap mikropartikel yang ditambahkan pada fluida memiliki sifat-sifat yang berbeda seperti massa jenis dan koefisien perpindahan panasnya. Hal tersebut memberikan pengaruh yang berbeda pula terhadap karakteristik pompa sebagai alat yang dilewatinya. Setelah dilakukan penelitian dengan fluida kerja yang digunakan adalah Air, Air-CuO (6.315), Air-TiO₂ (4,23 g/cm³), dan Air-Al₂O₃ (3.95 g/cm³), menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai densitas yang dimiliki oleh jenis mikropartikel pada fluida maka nilai *head*, daya air, dan efisiensi akan menurun, sedangkan nilai torsi dan daya poros pada pompa akan meningkat. Hal ini dikarenakan semakin tinggi nilai massa jenis mikropartikel maka akan meningkatkan nilai viskositas dari fluida. Penyimpangan terjadi pada fluida CuO yang memiliki *thermal coefficient* yang tinggi karena menerima panas dari motor pompa yang menurunkan viskositas mikrofluida.

Kata Kunci : Pompa Sentrifugal, Mikropartikel, Fluida

SUMMARY

Fauzan Rahmat Shiddiq, Departement of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, April 2017, *Influence of Suspended Microparticles Types Variation in Fluids on the Centrifugal Pump Characteristics*, Academic Supervisor : Lilis Yuliati and Nurkholis Hamidi

Heat exchanger is needed in industrial world because heat transfer process have an important role in a working cycle. Increasing heat transfer process can be reached by adding microparticles into work fluid which make fluid with higher thermal coefficient. in fluid application for heat exchanger surely needs a couple of pump as an instrument that flow the fluid into hot and cool section. There are so many pump types but centrifugal pump is the most used pump because it has wide operation range from low pressure until high pressure and from low flow rate until high flow rate. In fact, by adding microparticles to fluid will influence the pump characteristics including head, torque, break horse power, water horse power, and efficiency. Every microparticles which added to fluid has different material properties like density and thermal coefficient. it will differently influence the pump characteristics. After experiment is done by using Water, Water-CuO ($6,315 \text{ g/cm}^3$), Water- TiO_2 ($4,23 \text{ g/cm}^3$), and Water- Al_2O_3 ($3,95 \text{ g/cm}^3$) as worked fluid, it shows that head, water horse power and efficiency will be decreased by using the higher density of microparticles. In the other hand, the higher density of microparticles the higher torque and brake horse power will be decreased. However, there is a deviation with fluid water-CuO. It is occurred because CuO has a highest thermal coefficient then it recieves heat from pump motor so the viscosity will be decreased.

Keywords: Centrifugal Pump, Microparticles, Fluids

DAFTAR PUSTAKA

- Aliabadi, M.K., Akbari, M.H., Hormozi, F., (2016). An empirical study on vortex generator insert fitted in tubular heat exchangers with dilute Cu–water nanofluid flow. Chinese Jurnal of Chemical Engineering.
- Arijanto., Yohana E., Sinaga, F.T.H., (2015) Analisis Pengaruh Kekentalan Air dan Minyak Kelapa pada Performansi Pompa Sentrifugal. Jurnal Teknik Mesin S-1, Vol.3, No. 2, Semarang: Universitas Diponogoro.
- Bramantya, M.A., Sugiyono., Rama D., (2007) Pengaruh Diffuser Pada Flens Isap dan Lock Nut Impeller Berbentuk Tirus Terhadap Karakteristik Pompa Sentrifugal. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM Vol. No. 1. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Cengel, Y.A. dan Cimbala, J.A., (2006). Fluids Mechanic Fundamentals and Applications.. New York: McGraw Hill Companies Inc.
- Choi S. Lee, U.S. Choi, S. Li, J.A. (1999). Eastman, Measuring thermal conductivity of fluids containing oxide nanoparticles, ASME Journal of Heat Transfer 121 (1999) 280e289
- Darzi. A.A., Farhadi, M., Sedighi, K., (2013). Heat Transfer and Flow Characteristics of Al_2O_3 -Water Nanofluid in a Double Tube Heat Exchanger. Elsevier. International Communication in Heat and Mass Transfer.
- Demir, H., Dalkilic, A.S., Kurekci, N.A., (2010). Numerical Investigation of Single Phase Forced Convection Heat Transfer Characteristics of TiO_2 Nanofluids in a Double Tube Counter Flow Heat Exchanger. Elsevier: International Communication in Heat and Mass Transfer
- Dhuangthongsuk, W. Wongwises,S., (2008). Heat Transfer Enhancment and Pressure Drop Characteristics of TiO_2 -Water Nanofluid in Double Tubecounter Flow Heat Exchanger. Elsevier: International Journal of Heat and Mass Transfer.
- Fox, W.R., McDonald, A.T., Pritchard, P.J., (2003) Introduction to Fluid Mechanics. John United States: Willey and Sons Inc.
- Gowda, R., Sun, H., Wang. P., (2009). Effect of Particles Surface Charge, Species, Concentration and Dispersion Method on the Thermal Conductivity of Nanofluids.
- Irawan, D., Kristiawan, B., Budiana,E. P., (2013). Studi Eksperimental Kalor Konveksi Fluida Nano Al_2O_3 /Ethylene Glycol pada Circular Tube dibawah Kondisi Fluks Kalor Konstan. Volume 11 Nomor 2. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Kabeel, A.E, Maaty, T.A., Samadony, Y.E., (2012). The Effect Using Nanoparticles on Corrugated Plate Heat Exchanger Performance. Elsevier: Applied Thermal Engineering.

- Lien, K., Monty J.P., Chong, M.S., Ooi, A., (2004). The Entrance Length for Fully Developed Turbulent Channel Flow. Sidney: The University of Sidney.
- Manca, O., Jaluria, Y., Paulikakos, D., (2010). Heat Transfer in Nanofluids. Hindawi Publishing Corporation.
- Meybodi, M.K., Daryasafar, A., Koochi, M.M., Moghadasi, J., (2015). A Novel Correlation Approach for Viscosity Prediction of water based nanofluids of Al_2O_3 , TiO_2 , SiO_2 , and CuO . Elsevier: Jurnal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers.
- Musyafa, A. A. Dan Indra H. S. (2015). Pengaruh Jumlah Sudu Sentrifugal Impeller Terhadap Kapasitas dan Efisiensi Pompa Sentrifugal. Journal Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya. Volume 03 Nomor 03. 136-144
- Nakayama, N. (1999). Introduction to Fluid Mechanics. Tokyo : Tokendo Corp
- Ridwan. (1999). Mekanika Fluida Dasar. Jakarta: Universitas Gunadarma
- Torii, Shuichi. (2007). Experimental Study on Convective Heat Transfer of Aqueous Suspensions of Nano-Diamond Particle. Japan: Kumamoto University
- Wael, A., Ahmed, A., Amr, A., (2016). Experimental Study of Cu-Water Nanofluids Heat Transfer and Pressure Drop in a Horizontal Double Tube Heat Exchanger. Elsevier : Experimental Thermal and Fluid Science.